

# 循環型社会における緑地管理

—進化する企業緑地③—

伊藤俊哉（住友林業緑化(株)）

野村恭子（アジア航測(株)）

山田順之（鹿島建設(株)）



## 1. 循環・低負荷という時代潮流

### (1) 循環型社会への転換

今年に入って「循環型社会形成推進基本法」と、リサイクル分野で2つの法律が制定され、これにより、循環型社会を構築するための法体系が拡充され、国の政策方針が提示されたことになる。

もはや一部の企業だけでなく、産業界では廃棄物の削減、リサイクルの取り組みが一層加速し、企業緑地も時代潮流を踏まえた変革が要求される。

例えば、緑地の施工・管理過程で発生する既存樹木、枝葉・幹材は、これまで多くが焼却・廃棄処分（産業廃棄物扱い）されてきたが、循環型社会の推進にあたっては、敷地内外で有効利用することが必要であり、既に緑のリサイクル、グリーンバンクシステム等の取り組みが始まっている。

### (2) 地球温暖化対策の一方策としての緑化

循環に関連する事項として「地球温暖化」があるが、この視点が「京都会議」をきっかけに企業緑地に入ってきた。1997年12月に地球温暖化防止京都会議（COP3）が開催され、2000年以降の温室効果ガス排出削減目標率に関する交渉が行われた。そこで採択された「京都議定書」では、植林等による温室効果ガス（CO<sub>2</sub>等）の吸収・排出

量を取り入れ、各国の削減割当量を計算することが限定的ながら認められ、日本は目標を90年比6%削減とすることで合意した。

これを受け、国は1998年「地球温暖化対策推進法」「地球温暖化対策推進大綱」等の対策の枠組みを整備し、省エネルギー等のCO<sub>2</sub>排出削減対策と同時に、植林等のCO<sub>2</sub>吸収源対策を推進するため、森林整備や都市緑化を促進することを示した。具体的アクションとして、CO<sub>2</sub>吸収源対策では東京都の屋上緑化の推進、企業の社有林におけるCO<sub>2</sub>固定量調査、CO<sub>2</sub>排出削減対策では枝葉・幹材の焼却から堆肥化・リサイクルへの転

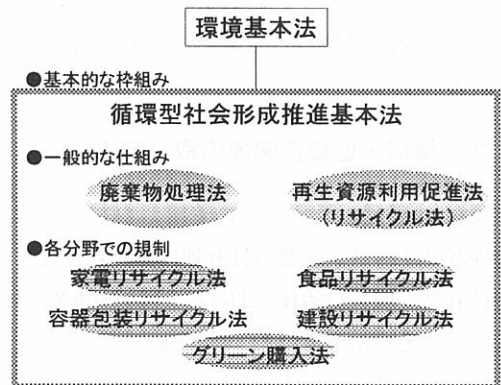


図-1 循環型社会をつくるための法体系

換等が始まっている。

### (3) 化学物質による環境負荷の低減

化学物質による自然環境への負荷の規制・取締りは条例によるゴルフ場農薬汚染対策や、最近施行されたPRTR法等に基づいて行われる。しかし、近年、工場における土壌・地下水汚染、農薬・化学肥料に起因する硝酸態窒素や環境ホルモン物質の河川や地下水の汚染が社会問題となっている。また化学物質のリスク管理、地域住民と企業間のリスクコミュニケーションも問われている。

今後は、企業活動における化学物質の適正管理はもとより、緑地管理においても農薬の低減、周辺・流域の住民の健康や生態系への影響の配慮など、「低負荷」は欠かせられないと考える。

### (4) 環境マネジメントシステムと緑地管理

今や国内のISO 14001 認証取得件数は3,992件(2000年7月現在)にも上り、第2位のドイツ、欧州各国をおさえて世界最多になっている。このISO 14001では、「循環」「低負荷」「地球温暖化」が環境対策の重要な軸となっており、企業はこれらの観点を組み込んだ工場緑地の緑化や社有林の維持管理等を行いつつある。

進化する企業緑地研究会で実施したアンケートでは、「ISO 14001 の目的・目標として取り上げている緑地管理の内容は」の設問に対して、207工場中38工場が発生資材のリサイクル、化学肥料・農薬の使用量など「循環・低負荷」に関する取り組みをISO14001に位置付け、取り組んでいる(表一)。

## 2. 循環・低負荷関連の取り組み

現在、「循環・低負荷」に着眼した緑地管理の取り組みは、企業の社有地における緑化や社有林、国・自治体における公園緑地事業、公園の住宅供給事業など、各主体で様々な取り組みがなされている。次に、各視点の事例を紹介する。

### (1) 低負荷型緑地管理の事例

大規模な企業緑地、丘陵・山間部などに立地する企業緑地や工場団地の場合、水源地や自然環境への農薬等の流出による地下水・河川の汚染、生態系への影響を配慮することが望まれる。

緑地管理の無農薬化を目指す当間高原リゾートベルナティオゴルフコースでは、手作業による雑草の刈り取りを行い、ゴルフ場とホテルを囲む既存樹林、草原、水辺、湿地などのエコトープの保全と地元への配慮を行っている。また、緑地の用途毎(庭園・景観林・自然林・ビオトープ等)に管理水準を設け、低・無農薬の緑地管理を実施している事例では、東京ガス袖ヶ浦工場・サッポロビール静岡工場・いすゞ自動車北海道工場、行政では国営昭和記念公園がある。

### (2) 循環型緑地管理の事例

前出の当間リゾートでは、間伐材の炭焼きやチップ化してマルチング材に、ヤクルト富士裾野工場では、既存樹林を里山管理に習ったやり方では木や堆肥等に、それぞれ資源の有効利用を行っている。4.で詳述するトヨタの森では、これらに加えて生きたまま樹木を再利用する「リサイクル緑化」を行っている。一方、建設省や自治体、住宅基盤整備公団では、建物の建替え・工事時に発生する既存樹木を「緑のリサイクル」「グリーンバンクシステム」として、保存・移植・伐採(活用材・チップ化)し、敷地内外で利活用する

表一 ISO 14001 で取り上げる緑地管理の内容

回答件数 207

取り上げていない	136 (65.7%)
農薬の使用量や使用方法に関して取り上げている	22(10.6%)
管理で発生した資材のリサイクルに関して取り上げている	11(5.3%)
化学肥料の使用量や使用方法に関して取り上げている	5(2.4%)
生物の生息への配慮に関して取り上げている	5(2.4%)
その他	28(13.5%)

出典:進化する企業緑地研究会によるアンケートより

仕組みを整備・運用している。国営昭和記念公園では、リサイクルセンターを併設し園内での循環利用を可能としている。

### (3) 省CO<sub>2</sub>型緑地管理の事例

地球温暖化対策の観点からいうと、緑地の維持管理過程で発生する枝葉・幹材を焼却・廃棄処分から堆肥化・チップ化等に転換することによって、資材の焼却や化石燃料使用に伴うCO<sub>2</sub>排出を削減する効果もあげられる。その他に、電力分野では植物によるCO<sub>2</sub>吸収固定に関する研究に取り組み、石灰石鉱業分野は経団連環境自主行動計画(1998年版)において採掘跡地の緑化と植林によるCO<sub>2</sub>吸収増大を掲げている。またキリン三田工場をはじめ数多くの企業が地球温暖化対策として工場緑化や植林活動を実施している。行政では都市域のCO<sub>2</sub>吸収源とヒートアイランド現象の

緩和など緑地がもつ機能に着目し、東京都による自然の保護と回復に関する条例の改正に伴う屋上緑化の助成の強化、環境事業団による廃棄物最終処分場跡地の植樹等が取り組まれている。

しかし植樹や緑化によるCO<sub>2</sub>吸収固定の効果の算出・評価法については研究段階であり、確立されていない。これについては5.で詳述する。

### 3. 循環型社会の企業緑地の着眼点と課題

このように、時代潮流を敏感に反応しながら、企業は、緑地管理の中に循環、低負荷、省CO<sub>2</sub>を取り込み始めており、さらにその取り組みは広がりつつある。そこで、今後、持続的な発展、循環型社会において企業緑地に必要な着眼点と取り組む際の課題点を整理してみた(図-2)。

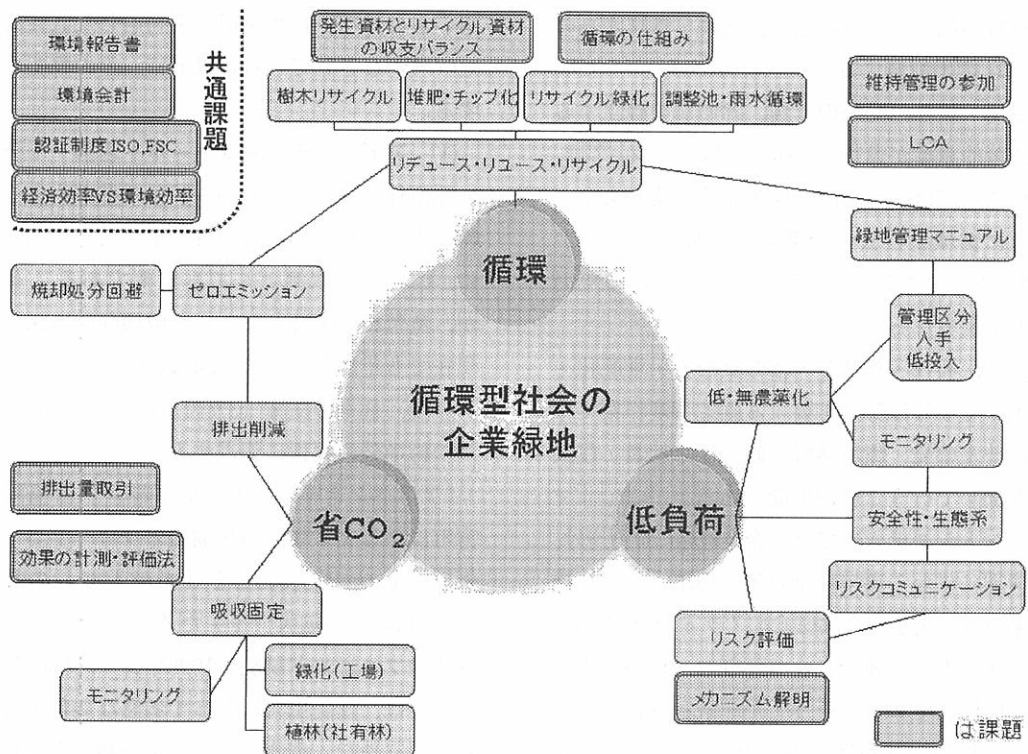


図-2 循環型社会における企業緑地の着眼点と課題

#### (1) 低負荷型緑地管理のポイント

- ①農薬等を削減し、環境への影響に配慮する
- ②農薬の散布方法、粗放管理、管理区分の設定等のマニュアル化とモニタリングを行う
- ③安全性・生態系保全についてリスク評価とリスクコミュニケーションを行う
- ④農薬等の地下水・河川への汚染、自然界への影響等のメカニズムの解明が課題である

#### (2) 循環型緑地管理のポイント

- ①3Rの原則を導入し、枝葉・幹材・樹木、さらに水についても資源として循環利用する
- ②不要樹木は建材や緑化に再利用する
- ③枝葉・幹材は堆肥・チップ・木酢液・木炭等に再生利用する
- ④発生資材とリサイクル資材の収支バランス、循環を支える仕組み等が検討課題である

#### (3) 省CO<sub>2</sub>型緑地管理のポイント

- ①CO<sub>2</sub>吸収対策として工場緑化・植林を行う
- ②資材の焼却処分を回避し、燃料・資材からのCO<sub>2</sub>排出削減する
- ③緑化・植林の効果の計測、評価法を確立する
- ④政策的議論が進行中の排出量取引については、現時点ではその動向を注視する必要がある  
さらに循環型社会の企業緑地の展望として、「参加」や「マネジメントシステム」を絡めていくことが望まれる。

例えば、間伐・草刈り・落ち葉掃き・堆肥化・ほだ木づくり等は労力を要する維持管理作業であるが、普及啓発・環境学習の観点から社員・住民の「参加」で行うことが可能である。一方、「マネジメントシステム」では、企業戦略に位置づけ、緑地管理に係わる環境保全対策・環境コストやその効果を「環境会計」やLCA（ライフサイクルアセスメント）に連動させて評価し、環境報告書で情報開示していく、そうした仕組みが望まれる。

次に、具体的な先進的事例と、CO<sub>2</sub>吸収固定の評価法について紹介する。（野村 恭子）

#### 4. 企業における先進的な緑地管理事例 ～トヨタの森の取り組みから～

きたるべき循環社会を意識した、循環型・低負荷という緑地管理に対する視点は、地球規模の環境問題に対する世論の盛り上がり背景に、「環境」に対する企業姿勢をアピールする一つの材料としてとらえられ始めている。その試みの一つがトヨタ自動車による「トヨタの森」計画である。「トヨタの森」計画とは、植物の持つ光合成機能に着目して“緑”による広域的な環境改善をはかろうとする計画概念。1992年にトヨタ自動車により発表され、現在「フォレストヒルズ・モデル林」（愛知県豊田市）と「アドベンチャーフィールド若宮・モデル林」（福岡県若宮町）の2カ所をフィールドとして、環境緑化についての取り組みが行なわれている。ここでは、発生材のチップ化、木炭化などを行い、マルチングや水質浄化に用いることで、自然循環系を利用した低負荷型緑地管理がなされている。以下に、その概要を紹介する。

(1) アドベンチャーフィールド若宮・モデル林  
熱帯林には全生物の50～80%の種が生息し、生物多様性の保全に大切な役割を果たしていると共に、CO<sub>2</sub>の吸収源としても重要である。ところが、熱帯林を中心とした森林破壊問題は深刻で、現在でも年間収支1,200万ha以上の森林が減少。これは、日本の面積（3,770万ha）の約30%、本州の約半分の面積に相当する。

「アドベンチャーフィールド若宮」は福岡県若宮町にあるRV車用の体験型オフロードコース。外周緑地の内約4,000m<sup>2</sup>を「モデル林」の対象とし、“緑の量的拡大”を主たるテーマとした環境緑化のフィールド試験が1996年より行われている。ここでは、植物生育にとって劣悪な条件下である造成埋立地で、生物の多様性を意識した樹林化を早期に形成する方法を探ると共に、緑地の維持管

理において発生する枝葉・幹材などの有効利用方法や、土壌構造の違いによる生長量の違いなどについての検討が行われている。

植栽に際しては、エコロジー緑化手法により、自然植生を意識した20種類以上の樹種が、常緑樹・落葉樹を混ぜて1.2本/m<sup>2</sup>の高密度で植栽されている。また、粘土混じりの真砂土（風化花崗岩）といった、貧養で水はけの悪い劣悪な基盤土壌を改良するため、粗朶束の埋設による肋骨排水や、直根の伸長を意識した耕耘に加え、現況土に粉炭・バーク堆肥を混合した客土が表層20cmに施されている。一方、一般的植栽密度に移行させていくにあたり、維持管理において発生する枝葉・幹材などの有効利用については、チップ化し緑地表層のマルチングに用いるなどの一般的利用方法の他、生きたまま利用する「リサイクル緑化」についても検討されている。ここでは、従来「リサイクル緑化」の一般的手法であった「根株植栽」の他に、幹材を杭状に加工した切片に発根促進ホ

ルモンを反応させた後打ち込む「幹挿し工法」について、特に実験圃場を設け、ホルモン剤の種類や濃度、樹種別での活着度合いの違いなどについて、試験研究が行われている（図—3）。

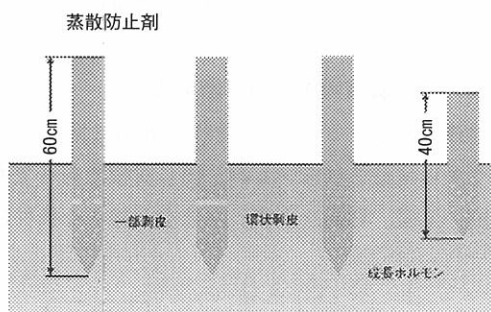
## (2) フォレスタヒルズ・モデル林

世界的な森林破壊の問題は深刻だが、我国のように国土の70%が“緑”に覆われているところでは、“緑の量的拡大”に加え、“緑の質的向上”が課題である。燃料革命以降、薪炭供給源としての里山の利用が途絶え、各地の多くの里山は放置されたまま現在に至っている。元来一定の人的関与が多様な生物層を支えてきた里山は、長く放置されることで常緑樹の割合が増し、暗く生物層の乏しい森林に変化していく。このような森林は、光と風を導入する除伐を中心とした整備により、再び活性化し、明るく、生物の多様性の高い森林が復元される。

「進化する企業緑地研究会」先進事例の見学会として視察した、愛知県豊田市にある「フォレスタヒルズ」は、ホテル、プール、テニスコートなどからなる、全敷地面積76haの保養施設。外周に残されていた50haの放置された里山の内15haを利用して、“緑の質的向上”を主たるテーマとした「モデル林」が整備され、1997年より一般公開されている。「モデル林」は「整備」「保全」「活用」の3つのゾーンに分けられ、山林内に設けられた全行程約2kmの順路に沿って、様々な里山の活用方法についてのメニューが用意されている。

「整備ゾーン」では、光と風を導入する基本的整備に加え、この地域に特徴的なクエルカス属の見本林や、多様な世代・多様な種類の樹木を混交させることでの自然林化試験など、里山の整備方法について紹介されている。ここで発生した枝葉や幹材は堆肥やマルチングチップとしての利用の他、「活用ゾーン」の炭焼施設で木炭化され、土壌改良材や水質浄化の濾過材などとして用いられている。「保全ゾーン」では、この地域周辺の貧

### ●幹の処理



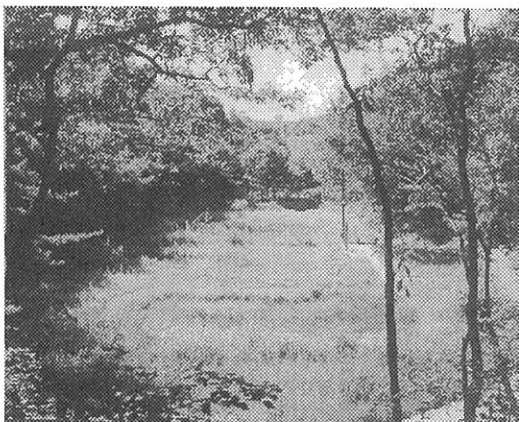
### ●萌芽した幹



### ●発根の状況



図—3 幹挿し工法模式図・写真



フォレスタヒルズ・モデル林

養湿地に特徴的な周伊勢湾種の環境保全を中心に整備されている。貴重生物種の生息・生育環境保全については保全のレベルに応じ、来訪者の進入に規制を設けるなどの工夫がなされている他、特に固有種である「シデコブシ」については全個体について遺伝子レベルでの調査が実施され、あわせて効果的な保全方法についての実践的な試みが続けられている。

一方、「モデル林」の継続的な維持管理については地域との協力が不可欠との認識のもと、里山を守る市民団体「エコの森クラブ」が組織され、業者との共同管理が行われている。「モデル林」の整備効果についてはエコモニタリングが実施され、特定プロットにおける相対照度、リターフォール量、SPAD値、植物相の変化などが継続的に調査されている。また、里山活性化の指導者養成を目的とした「エコの森セミナー」、里山を通じ自然循環系を啓発するための教育プログラム「森遊び倶楽部」など環境教育にも注力されている。

### (3) 取り組みの評価

現在「トヨタの森」計画は、トヨタ自動車が全社会的に推し進めている「トヨタエコプロジェクト」の一つに位置付けられ、その活動は、2000年度「みどりの日」における緑化功労者表彰での“環境庁長官賞”受賞などにより注目されている。

「トヨタの森」計画により整備された「モデル林」は、いずれも主要施設まわりの緑地が利用されたもの。通常であれば法的に義務づけられた所定の緑化でクリアーする外周緑地に対し、自然循環系を積極的に活用した保全を試み、元来緑地の持つ広域的な環境改善効果を積極的に活用することで、企業イメージの向上に成功している先進的な事例といえる。（伊藤 俊哉）

## 5. CO<sub>2</sub> 吸収源対策としての緑化、その評価法

### (1) 植物によるCO<sub>2</sub> 固定

植物、特に樹木にはCO<sub>2</sub>の吸収固定機能と貯蔵機能という2つの機能が存在する。樹木が成熟すると次第に成長量が減少し、最終的にはCO<sub>2</sub>の吸収量と排出量が平衡状態となるが、炭素貯蔵の機能は保たれる。一方、吸収固定量は成長量に比例して増減するため、成熟した林地のCO<sub>2</sub>吸収固定機能を改善するには、老木を伐採し幼木に植え替える更新作業が必要となる（図-4）。また、伐採した樹木を木材として適切に利用し、その時点で老木に貯蔵されている炭素量を低下させないことも重要である。

### (2) CO<sub>2</sub> 吸収固定量の評価手法

森林等にかかるCO<sub>2</sub>の吸収・排出に関しては古くから議論されているが、同じ樹種であっても樹齢、気温、日射、土壌、水分など様々な条件に

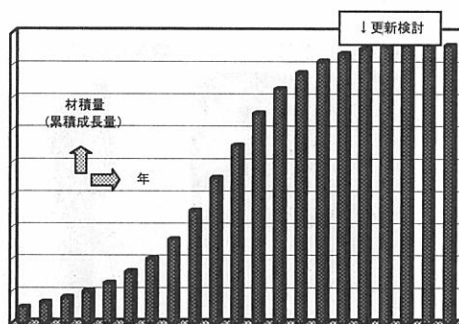


図-4 樹木成長量の経年変化（S字カーブ）

表一 2 樹木によるCO<sub>2</sub>吸収固定量

	地域	植生	年間CO <sub>2</sub> 固定量	出展	備考
1	宮城県	人工林針葉樹	6.12t-CO <sub>2</sub> /ha	宮城県環境基本計画	
2	宮城県	人工林広葉樹	1.91t-CO <sub>2</sub> /ha	同上	
3	宮城県	天然林針葉樹	2.71t-CO <sub>2</sub> /ha	同上	
4	宮城県	天然林広葉樹	1.98t-CO <sub>2</sub> /ha	同上	
5	東京都	キャンパス内樹木	10.10t-CO <sub>2</sub> /ha	鈴木他(1999)	
6	茨城県	コナラ林	12.80t-CO <sub>2</sub> /ha	松本他(1995)	20年生
7	栃木県	クリーコナラ林	8.06t-CO <sub>2</sub> /ha	同上	50年生, 人為攪乱なし
8	愛知県	スギ, 広葉樹林など	1.10t-CO <sub>2</sub> /ha	環境影響評価準備書	2005年万博会場
9	日本	人工林	4.554t-CO <sub>2</sub> /ha	只木(1998)	面積を1040万haとして換算
10	日本	天然林	0.566t-CO <sub>2</sub> /ha	同上	面積を1475万haとして換算
11		ケヤキ	0.021t-CO <sub>2</sub> /本	土木研究所(1992)	4~8年生
12		ユリノキ	0.026t-CO <sub>2</sub> /本	同上	7~9年生
13		シラカシ	0.027t-CO <sub>2</sub> /本	同上	11~15年生

より、その機能に差異が生じる。よって、その評価は非常に困難であり、科学的知見は未だ十分に得られていない。表一 2 は CO<sub>2</sub> 吸収固定量の評価事例や原単位を整理したものである。地域や樹種、樹齢だけでなく、仮定の置き方、測定方法などによりある程度の幅をもった数値となっている。本年11月にハーグで開催される第6回締約会議(COP6)において、この評価に関するガイドラインが示される可能性もあるが、いずれにしても評価結果の不確実性を理解した上で諸検討を実施することが重要である。

### (3) 工場緑化と炭素固定

ここで、工場緑化における地球温暖化対策、つまり、CO<sub>2</sub> 吸収固定機能に配慮した緑地整備手法に関して重要な留意事項を紹介する。

#### ①緑地面積の確保

限られた敷地面積の中で、最大限に緑地面積を確保するためには、水平的な展開だけでなく立体的な展開、つまり屋上緑化や壁面緑化の推進が重要となる。

#### ②定期的な樹林地の更新

前述したように、樹木は幼木から成木にかけて成長量が最大になり、その後は年間当たり成長量が減少する(図一 4)。よって、継続的に一定量

のCO<sub>2</sub> 吸収固定量を確保するためには適切な更新を行うことが重要になる。樹種毎にその更新時期は異なるため、樹木毎の成長量の変化(S字カーブ)を把握し、更新方法を検討することが求められる。

#### ③全乾比重の大きい樹種の植栽(表一 3)

CO<sub>2</sub> 吸収固定量は、樹木の成長量とその比重によって決定する。そのため、成長が早くても比重が軽い樹木は効果があまり期待できないといえる。例えば、比重が軽いキリよりも比重の重いケヤキのほうが効果が高くなることが知られており、

表一 3 主要な緑化樹の全乾比重

		樹種	全乾比重
針葉	常緑	クロマツ	0.51
	常緑	ヒノキ	0.40
	常緑	スギ	0.35
広葉	常緑	アカガシ	0.84
	常緑	ツバキ	0.72
	落葉	アオダモ	0.66
	落葉	エンジュ	0.66
	落葉	ケヤキ	0.64
	常緑	タブノキ	0.61
	落葉	ヤマザクラ	0.58
	落葉	ウリハダカエデ	0.57
	落葉	オニグルミ	0.50
	常緑	クスノキ	0.49
落葉	キリ	0.27	

この点に留意した植栽樹木検討が重要である。

④木材としての再利用

更新のため伐採した樹木の取り扱い方法が留意事項となる。ここでは、樹木を木材として加工しベンチや木製の玩具等として長期利用することで、可能な限り炭素貯留を行うことが重要である。そのため、植栽計画時に建材・用材として利用が容易な樹種を選定することが求められる。つまり、「木材として加工し易い」「狂いが少ない」「耐久性が高い」等の性質を持つ樹木を選定することが望ましい。

(4) 間接的な CO<sub>2</sub> 吸収固定

樹木による CO<sub>2</sub> 吸収固定量の算出を行う場合、一般には成長量から算出する直接効果のみ試算する方法が採られている。しかし、間接的効果として、樹木の蒸散や日射遮蔽機能に由来する夏期気温緩和効果によりエアコン等の電力消費量を減少させ、その結果として発電所での CO<sub>2</sub> 排出量を減少させる働きも無視できない大きさとなっている。米国農務省 (USDA) のガイドラインにおいても、緑化による直接的な CO<sub>2</sub> 固定化の他に、間接的な削減効果も計算可能としている。国内でも同様の試算例がある (表-4)。

(5) 今後の展開

CO<sub>2</sub> 排出権の取引市場に商社が参入するなど、地球温暖化への様々な取り組みが増加している。大部分の工場緑地に於ける CO<sub>2</sub> 吸収固定量は、その排出量と比較すると僅か (1%未満) である

が、「温室効果ガス削減量」という直感的に理解しやすい CO<sub>2</sub> 指標を、緑化推進の目標として採用する事業所も、今後増加するものと期待される。

(山田 順之)

<参考文献>

◆ 各種取り組み関連

小木曾裕, 「建替事業における既存樹木の保存・移植・リサイクル」, グリーンエージ vol.26 No.8, 1999年

寺西健, 「資源の再利用と緑化技術について一緑のリサイクル技術の現状と課題」, 公園緑地 vol.58 No.4, 1997年

◆ CO<sub>2</sub> 対策関連

日本林業調査会, 「地球温暖化と森林・木材」, 1998年

鈴木和夫他, 「都市の緑のカーボン・シンカー東京大学本郷キャンパスの緑を例に一」, グリーンエージ NO.308, 1999年

只木良也, 「わが国における森林の二酸化炭素固定化量の推定」, 都市緑化技術 NO.30, 1998年

山田宏之, 「都市緑化による間接的な CO<sub>2</sub> 排出抑制効果の試算」, 都市緑化技術 NO.30, 1998年

◆ 環境会計関連

環境庁環境会計システムの確立に関する検討会, 「環境会計システムの確立に向けて-2000年報告」, 2000年

表-4 緑による間接的 CO<sub>2</sub> 排出抑制効果

項目	面積	緑比率	緑による CO <sub>2</sub> 排出抑制量	同左 1 m <sup>2</sup> あたり
東京都区部の緑	56,828ha	22.5%	8,086t-CO <sub>2</sub>	0.062kg-CO <sub>2</sub>
東京都区部の屋上緑化	4,140ha	20% (仮定)	51,643t-CO <sub>2</sub>	6.23kg-CO <sub>2</sub>
東京都区部の壁面緑化	98,068ha	20% (仮定)	177,382t-CO <sub>2</sub>	3.67kg-CO <sub>2</sub>

(山田宏之, 1998より引用)